



**České vysoké učení technické v Praze
Fakulta strojní**

**Technické problémy
při uvádění Jaderné elektrárny Temelín
do provozu**

Ing. František Hezoucký

Habilitační přednáška

Vídeň, prosinec 2004

Summary

Technical problems in the course of Temelín Nuclear Power Plant commissioning

Commissioning of the Temelin Nuclear Power Plant had all features of typical delayed project. Roots of delay were in not proper both organizational and personal areas. However this paper describes just the most important technical problems that occurred on both unit of Temelin Nuclear Power Plant during its commissioning and the ways of their resolutions. The described problems, beside usual frame of commissioning, are instructive for future design, construction of equipment and as well as for commissioning effort. The commissioning routine problems and organizational reasons of the time delay are not introduced in this paper.

Souhrn

Technické problémy při uvádění Jaderné elektrárny Temelín do provozu

Uvádění Jaderné elektrárny Temelín do provozu mělo veškeré rysy zpožděné stavby. Kořeny zpoždění byly v nevhodné práci organizační i personální. Tato přednáška se však zabývá nejdůležitějšími problémy technickými, které se vyskytly na obou blocích Jaderné elektrárny Temelín během jejich uvádění do provozu a uvádí i způsoby jejich řešení. Popsané problémy, vymykající se z obvyklého rámce spouštěcích prací, jsou poučné pro budoucí projekty, konstrukci zařízení i pro spouštěcí práce.

Výskyt standardních problémů a organizačních důvodů zpoždění není uváděn.

Klíčová slova

Jaderná elektrárna, uvádění do provozu, spouštění, horké zkoušky, jaderný ostrov, klasická část elektrárny, chvění, zadírání turbíny, nadzvukové proudění, membránové vibrace, hydraulická regulace,

Key words

Nuclear Power Plant, Commissioning, Hot Functional Tests, Nuclear Island, Turbine Island, Vibration, Turbine Rubbing, Supersonic Flow, Membrane Vibrations, hydraulic control,

České vysoké učení technické v Praze

Název: Technické problémy při uvádění Jaderné elektrárny Temelín do provozu

Autor: Ing. František Hezoučký

Počet stran: 36

Náklad : 170 výtisků

© František Hezoučký, 2003

ISBN

Obsah

Summary	2
Souhrn	3
Klíčová slova	4
Obsah	5
Úvod	6
Horké zkoušky	8
Technické problémy při spouštění klasické části jaderné elektrárny Temelín	10
1. Ukmitávání potrubí odvodnění VT převáděcího potrubí mezi VT regulačními ventily a VT dílem turbíny	11
2. Rubbing NT rotoru turbíny o stator,	16
3. Vibrace a tlakové rázy v systému hydraulické regulace,	23
4. Zkraty v budícím obvodu generátoru	24
5. Prasknutí parního převáděcího potrubí mezi VT regulačním ventilem a VT dílem turbíny	26
Literatura	28
CV autora	29
Příloha 1.: Historie výstavby JE Temelín v datech	31

Úvod

Délka výstavby dvou bloků jaderné elektrárny Temelín dosáhla 15 let od dokončení základové desky 1.bloku. Je to dvojnásobná průběžná doba, než jaké bylo zapotřebí pro výstavbu čtyř dukovanských bloků. Zpoždění výstavby přineslo nemalé zdražení stavby, komplikace spojené s pochybnostmi o jaderném programu, pochybnosti o schopnostech českých inženýrů, podniků a organizací. Existovaly i neoprávněné názory, že problémy výstavby temelínské elektrárny jsou charakteristickou vlastností jaderné energetiky.

Výstavbu Elektrárny Temelín (ETE) totiž stihlo několik „morových ran“, vlivů vnějších i vnitřních, objektivních i subjektivních. O objektivních i subjektivních důvodech daných společenskými změnami po roku 1989, ale zejména organizačního charakteru pojednával můj referát „*Historie výstavby ETE v širších souvislostech*“ přednesený na konferenci ke spuštění Elektrárny Temelín (ETE), který se konal v prosinci 2002 v Srní.

Během výstavby došlo, vlivem chybných úvah, na několik let i k vyloučení autorů projektu jaderného ostrova = ruských organizací (Atomenergoprojekt = AEP, Gidropress, Kurčatovský institut) z role autorského dozoru nad modifikacemi příslušných částí projektu. Ztížilo to i roli Generálního projektanta – EGP (Energoprojekt Praha), ve všech modifikacích projektu, když inovace systému kontroly a řízení byla prováděna bez účasti autora původního projektu. Tato skutečnost vedla zejména ke :

- zbytečnému „vylepšování“ původního projektu,
- chybám v zadávání algoritmů řízení pro zařízení jaderného ostrova,
- násobným doplňováním a opravám chyb zadání, chybám v databázích, a tím k obrovským ztrátám času i peněz, protože každá neuvážená změna je zdrojem celého řetězce dalších změn.

Dodavatel systému řízení - Westinghouse byl po poměrně dlouhou dobu ponechán ze strany Generálního dodavatele technologie (GDt) i ETE bez pevné koordinace systému kontroly a řízení (SKŘ) s ostatními dodávkami. Důvodem byly jednak počáteční jazykové bariéry, určitá dobová idealizace západní firmy, která „přece postavila nesrovnatelně více jaderných elektráren než Škoda Praha“, ale i z důvodu odlišné, a z počátku ne zcela pochopitelné, podnikové kultury.

Nebývá doceněna role nositelů znalostí, kteří za dobu výstavby buď zemřeli, odešli do penze, anebo v nových podmínkách snadno nacházeli lépe placená zaměstnání u soukromých či západních firem. A tak výrobce dokončoval dodávky a uváděl do provozu svá zařízení mnohdy bez podstatného firemního „know how“ a hlavně „know why“. Při řádně vedené výstavbě by se proto i výskyt technických problémů buď silně omezil, nebo

by jejich řešení bylo rychlejší. Řada zařízení už byla navíc po záruce, takže jeho opravy šly ve většině případů, na vrub generálního dodavatele, který si neprozíravě neošetřil prodloužení záruk.

V této přednášce se ale chci věnovat problémům technickým a způsobům jejich řešení, přestože kořeny řady z nich jsou dány právě v časovými souvislostmi.

Motto

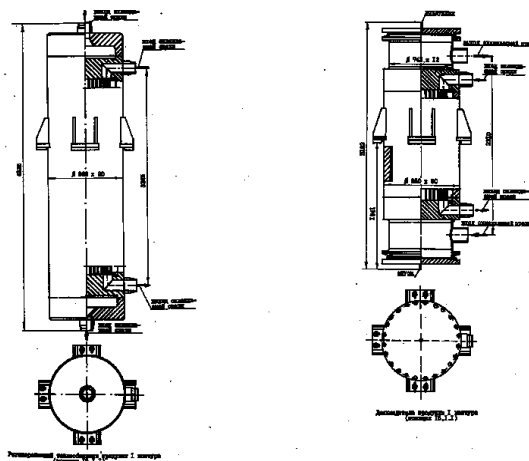
„Příroda poctivě s námi hraje v maličkostech a když jde o vše, nelítostně zradí“

(Macbeth)

Horké zkoušky

Významnou částí etapy neaktivního vyzkoušení bloku, kdy v nominálních provozních podmínkách, ale bez jaderného paliva, je odzkoušena součinnost jednotlivých systémů jaderného ostrova a provozní personál získává v reálných provozních situacích na bloku návyky potřebné pro jeho budoucí provoz, jsou **horké zkoušky**. V programu horkých zkoušek bylo naplánováno zhruba 250 zkoušek při kterých se neprojeví větší problémy s prací strojní technologie, elektročásti nebo systémů řízení. Drobnější problémy a závady na zařízení dodavatelé průběžně odstraňovali, větší zjištěné závady byly odstraněny v průběhu plánované revize po horkých zkouškách.

Jedinou větší strojní závadou na jaderné části elektrárny, kterou bylo nutné na 1. bloku pozáručně odstranit, aniž bylo kdy předtím uvedeno do provozu, byly dva regenerativní výměníky systému doplňování primárního okruhu a bórové regulace. Nedostatečná chladičí funkce byla zjištěna při funkčních testech systému doplňování a bórové regulace během horkých zkoušek 1. bloku, kdy bylo zjištěno, že systém bórové regulace nedosahuje projektovaného průtoku při dostatečném ohřevu doplňovaného roztoku.



Obr.1. Dva druhy regenerativních výměníků systému doplňování a bórové regulace

Výborná kompaktní konstrukce, avšak chybné výrobní provedení u zahraničního dodavatele způsobilo částečné bypassování spirálové teplosměnné plochy a tím nemožnost dosažení plného projektového průtoku při tak zvaných „horkých zkouškách“ prvního bloku. Díky brněnské KSB, kde jsou stále ještě velmi dobří odborníci, byl plášť nerozebíratelných vysokotlakých výměníků po obvodu rozřezán a po odstranění drobné, ale pro funkci podstatné závady, znovu pod dozorem ITI svařen a výměníky

namontovány zpět - vše během revize zařízení po horkých zkouškách. Protože jsme předpokládali stejnou závadu i na regenerativních výměnících systému doplňování 2. bloku, byly výměníky zdemontovány a upraveny ještě před započítáním horkých zkoušek 2. bloku, takže na 2.bloku se již tato závada neprojevila.

Problémy při spouštění klasické části jaderné elektrárny Temelín

Spouštění jaderného bloku je dlouhé období naplněné stovkami zkoušek, které ověřují funkčnost jednotlivých zařízení a systémů i jejich vzájemnou spolupráci. Během spouštěcích prací je ověřována i kvalita jednotlivých komponent a kvalita provedené montáže. Je to období odstraňování závad do té doby skrytých, vzájemné sladování jednotlivých systémů a hledání řešení pro správnou funkci zařízení. Jestliže „jaderný ostrov“ elektrárny lze prakticky zcela odzkoušet během horkých zkoušek, kdy je reaktor a primární okruh ohřát disipací energie z provozu hlavních cirkulačních čerpadel, sekundární část lze odzkoušet teprve ve výkonových režimech během energetického spouštění.

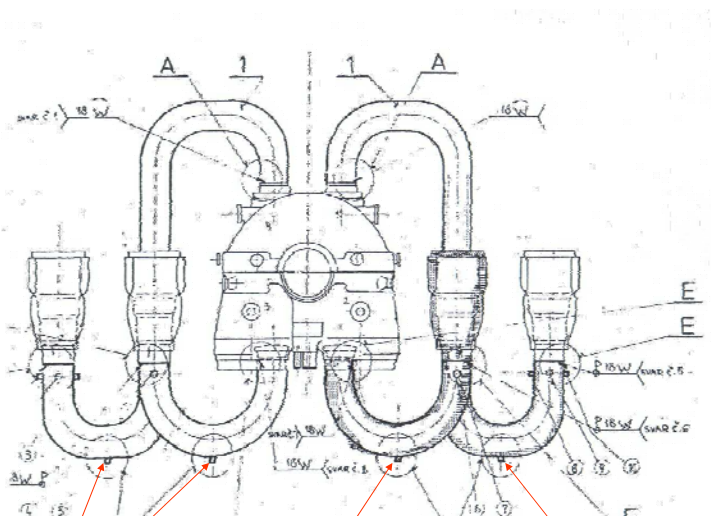
Celý průběh etap energetického byl výrazně ovlivněn technickými problémy zařízení v sekundární části bloku. Během počátečního období se závažným technologickým problémem jevilo dlouhodobější provozování turbosoustrojí na nízké výkonové hladině. Problémy indikované již ve výkonové hladině do 12% N_{nom} a následně po přifázování stroje a jeho zatížení do 180 MW nevymizely. Došlo k několika vynuceným odstavením turbosoustrojí. Příčinou byly většinou vibrace turbosoustrojí, ukmitání odvodnění převáděcího potrubí k vysokotlakému (VT) dílu nebo netěsnosti na olejovém systému TG. Po podrobných analýzách příčin, které byly prováděny řadou specialistů a specializovaných pracovišť v oblasti proudění mokré páry byl realizován rozsáhlý program měření na najíždějícím turbosoustrojí a jeho příslušenství. Výsledky měření ve spojení s teoretickou analýzou příčin vysokých vibrací umožnily další rozhodování při volbě způsobu úprav, které nakonec vedly ke klidnějšímu chodu stroje.

Zásadní problémy se projevíly ještě před prvním fázováním turbogenerátoru

1. ukmitáváním potrubí odvodnění VT převáděcího potrubí mezi VT regulačními ventily a VT dílem turbíny,
2. rubbingem 1. NT rotoru turbíny o stator,
3. vibracemi a tlakovými rázy v systému hydraulické regulace, které byly jedním ze zdrojů opakovaných olejových netěsností a následně i příčinou dvou zahoření při nastříkání regulačního oleje na horké parní potrubí.

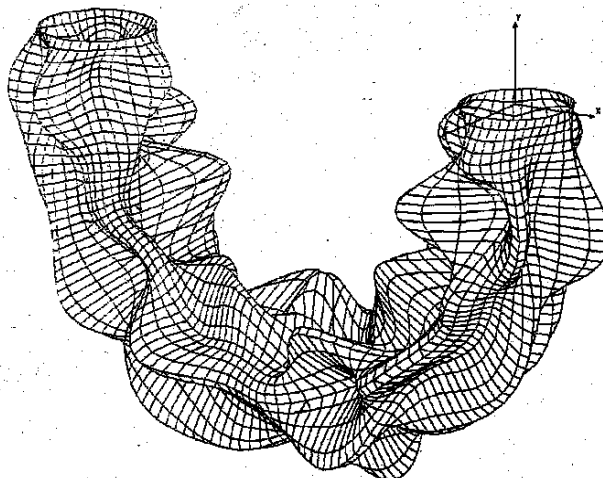
1. Ukmitávání potrubí odvodnění VT převáděcího potrubí mezi VT regulačními ventily a VT dílem turbíny.

Během minuty provozu již při prohřívání turbíny docházelo ukmitávání odvodnění v dolní části převáděcích potrubí, mezi VT regulačními ventily a VT dílem turbíny. Rovněž některé teploměrné jímky nevydržely dlouhodobý provoz. Lom byl únavový a bylo zřetelné, že je způsoben vysokofrekvenčními vibracemi převáděcích potrubí.



Obr.2. Pohled na VT díl turbíny zepředu. Vidět jsou 4 ventilové komory a převáděcí potrubí. V dolní části (označené šipkou) jsou odvodňovací nátrubky

Byly změřeny frekvence (v širokém rozsahu od Hz - až do 3 kHz) i amplitudy vibrací, vyzkoušeny různé úpravy konstrukce odvodnění, provedeny simulační výpočty. Výpočty ukázaly, že tenkostěnné převáděcí zřejmě proč k ukmitání odvodnění docházet musí.

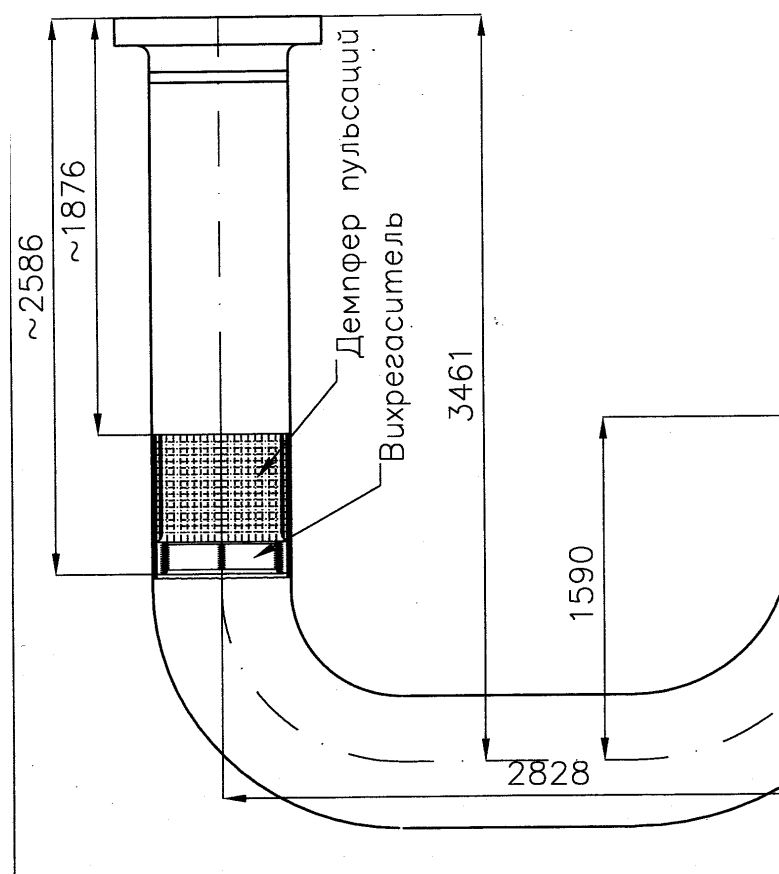


Obr. 3. Matematické modelování membránových (skořepinových) vibrací převáděcího potrubí

Příčiny vibrací byly nalezeny – membránové (skořepinové) chvění převáděcího potrubí. Avšak hledání způsobů jejich odstranění nebylo vůbec jednoduché a vyžádalo si tři měsíce intenzivního studia problémů a diskuse nejefektivnějších úprav – a následně další tři měsíce pro jejich realizaci.

Byla navrhována řada řešení z odolnění konstrukce odvodnění, či ztlumení vibrací (různé druhy tlumičů, nasazení žebër na převáděcí potrubí), ale žádné z řešení buď nevedlo dlouhodobě k cíli, nebo se jevílo jako neperspektivní.

Počátkem ledna 2001 jsem pozval i známého specialistu na proudění, prof. Zarjankina, s nímž byly diskutovány možné úpravy. Jeho návrh, jehož cílem bylo rychlé řešení, které by umožnilo pokračovat ve spouštění a získat čas pro řešení trvalé, spočíval ve vložení tlumiče do převáděcího potrubí. Řešení mělo řadu nevýhod, včetně obav z nedosažení plného výkonu turbogenerátoru, či obav z destrukce tlumiče a poškození turbíny jeho částmi.

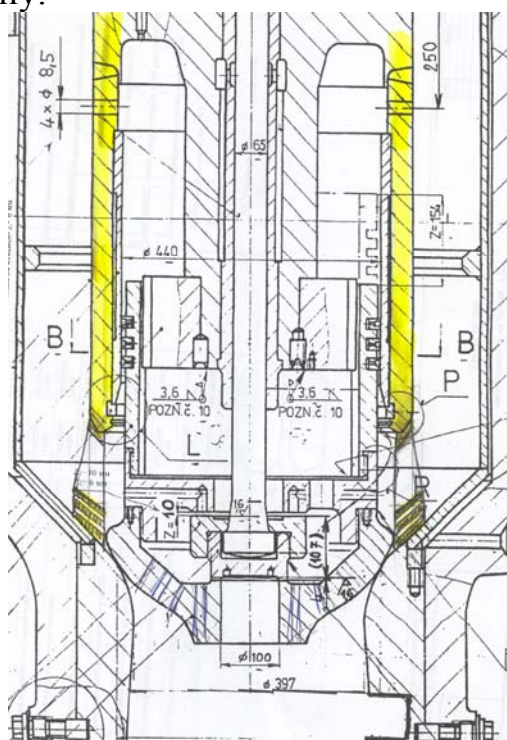


Obr. 4. Návrh tlumiče prof. Zarjankina

Koncem ledna 2001 zpracoval prof. Václav Petr analýzu, ze které rovněž vyplývalo, že příčinou vibrací je nadzvukové proudění páry za ventilem a upozornil mne na článek: Nuclear Turbine Operating Experience (Williamson, R.B. Westinghouse Electric Corporation, Lester, PA) Proceedings of the American Power Conference, Vol. 35, Page 358-364. Illinois Instit. Technol. 1973, který popisuje podobné problémy u turbín pro jaderné elektrárny:

“.... Objectionable noise and pipe vibration was experienced during low load conditions. High steam pressure drop caused superacoustic velocities across the control valve seat resulting in shock waves, casing noise and vibration of the valve and inlet pipe. This problem has been eliminated by the incorporation of muffler to absorb the pressure drop in all later control valve designs. ...”

V článku je popsán prakticky stejný problém, který nás trápil na ETE. Způsob řešení pomocí tlumiče (muffler) se shodoval s návrhem prof. Zarjankina s tím rozdílem, že tlumič byl vsazen na vstup páry před škrtící kuželku a byl v činnosti jen při malých otevřeních ventilu - až do otevření, při kterém již ve ventilu nedocházelo ke kritickým podmínkám proudění páry. Dne 30.1.2001 jsem předložil a s pracovníky Škoda Energo diskutoval ideový návrh tlumiče pro VT regulační ventily.

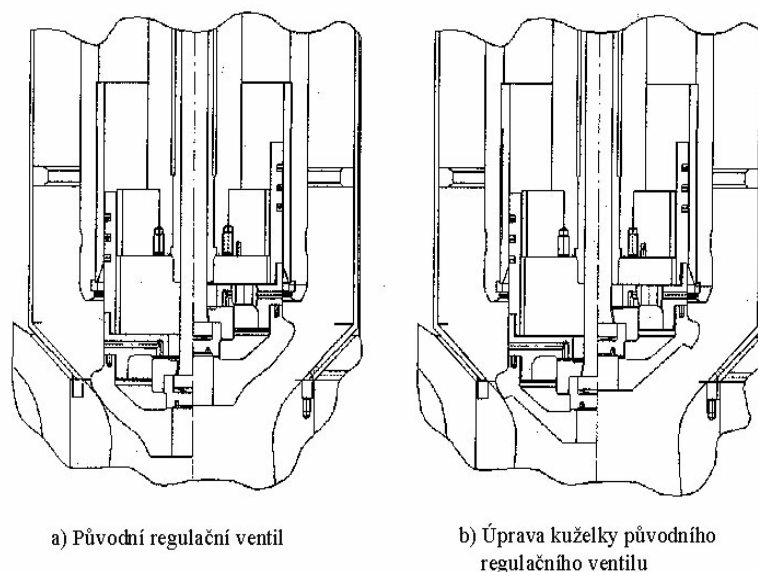


Obr.5. Ideový návrh muffleru pro regulační ventil temelínských turbín (F.Hezoučský)

Implementace nebyla přímočará, protože Škoda Energo hledala rychlejší řešení, která ale vesměs nepřinášela požadovaný efekt.

S původním, dlouhodobému provozu nevyhovujícím, řešením ventilů byla ukončena etapa do 30% N_{nom} a poté bylo přerušeno energetické spouštění pro provedení dalších prací na sekundární části bloku, které měly vést k zlepšení chodu turbosoustrojí. Jednalo se především o realizaci úprav regulačních ventilů již zmíněným „podseknutím“, snížení vibrací difusoru za VT RV a montáž tlumících žebër.

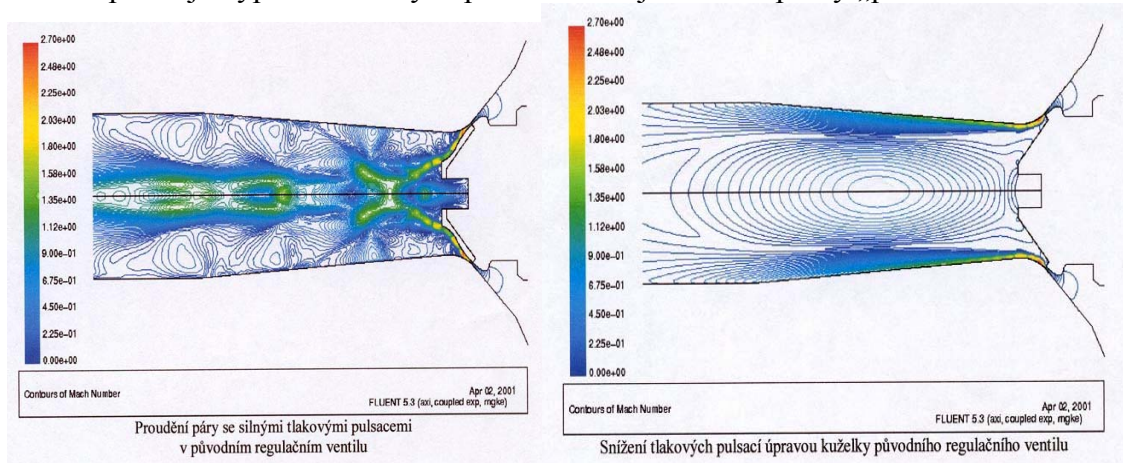
Přechod na výkonovou hladinu do 55 % N_{nom} byl, po splnění všech požadavků SÚJB povolen dne 19.3.2001. Postupně byl zvýšen výkon reaktoru až na 52% N_{nom} . Turbosoustrojí bylo náfázováno a dne 27.3.2001 bylo dosaženo výkonu 440 MW.



Obr. 6. Návrh dočasné úpravy kuželky „podseknutím“ (prof. Šťastný)

Do konce měsíce dubna byla turbína ještě několikrát odzkoušena a byly provedeny plánované zkoušky i některá potřebná měření. Úprava regulační kuželky „podseknutím“ přinesla zlepšení zhruba čtyřnásobné, ale to znamenalo pouze prodloužení času do únavového ukmitání odvodnění.

Obr. 7. Dole vlevo je výpočet proudění se silnými tlakovými pulsacemi pro původní ventil. Vpravo je výpočet tlakových pulsací ukazující efekt úpravy „podseknutím“.

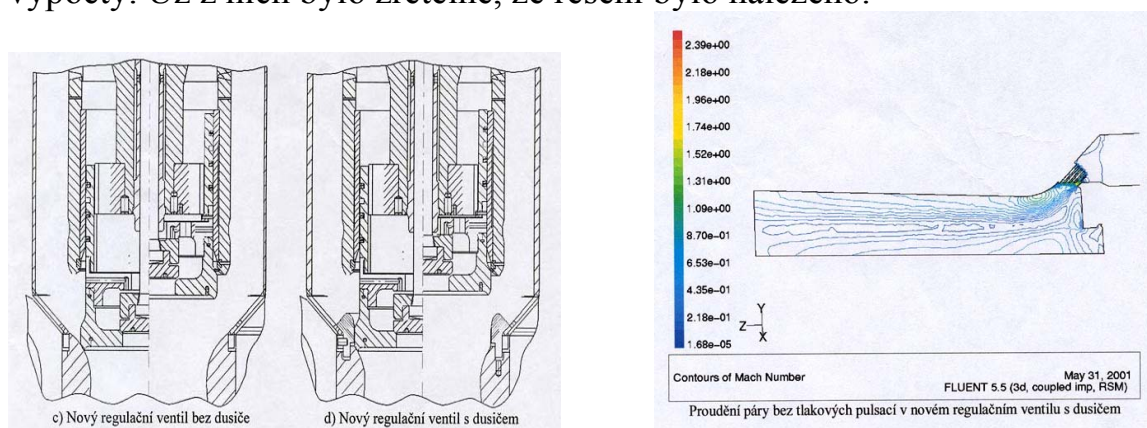


Tlumící žebra nasazená na dolní část převáděcích potrubí popraskala. (Obr.)



Poslední jízda TG v etapě do 55% N_{nom} byla 25.dubna. Stroj byl přitom odstaven z důvodu enormního chvění indikovaného zejména na prvním NT díle. Doběh TG byl těžký a svědčil o zadírání statoru. Blok byl dochlazen a na turbíně byly prováděny náročné opravárenské i modernizační práce. Nejnáročnější činnosti byly prováděny v uzlu VTRV turbíny, na systému jejího regulačního oleje a v průtočné části NT dílů turbíny..

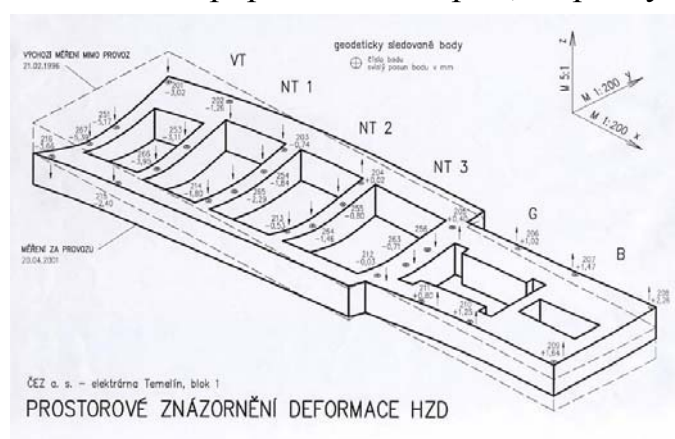
Škoda Energo spolu s prof. Šťastným zpracovala návrh zcela nové kuželky a kovaného tlumiče (obr. dole) s šikmými vrtanými otvory, v nichž při nízkých výkonech dochází ke škrcení páry tak, že v dýze umístěné za kuželkou je již proud páry uklidněn a hluboko v podzvukové oblasti. Prof. Šťastný provedl výpočty. Už z nich bylo zřetelné, že řešení bylo nalezeno.



Obr.8. Návrh nové kuželky VT regulačního ventilu a nové kuželky s mufflerem. Vpravo výpočet proudění demonstrující účinek muffleru

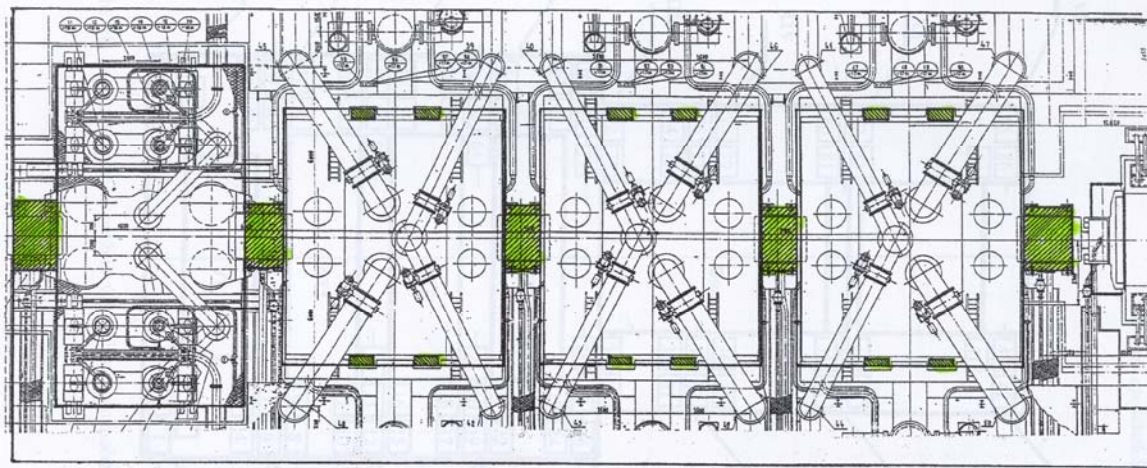
2. Rubbing rotoru turbíny o stator

Od prvních jízd turbíny bylo možné občas pozorovat nepříliš velký rubbing rotoru, zejména při připojování parního ohřevu separátoru-přihříváče mezi VT a NT díly. Poslední jízda TG v etapě do 55% N_{nom} 25.dubna však byla těžká, stroj byl odstaven z důvodu enormního chvění indikovaného zejména na prvním NT dílu a doběhl ve zkráceném čase, který svědčil o intenzivním brždění rotoru při jeho doběhu. Po otevření průtočné části NT 1 bylo indikováno její poškození a z toho vyplynulo rozhodnutí otevřít a prověřit průtočnou část i zbývajících dvou NT dílů. Rubbing byl zjištěn pouze na NT 1. Rotor prvního NT dílu byl ohnut a modré zabarvení oceli rotoru svědčilo o dosažení až popouštěcích teplot, ucpávky ve střední části diabola zničeny



v dolní části statoru. Analýza příčin rubbingu nebyla jednoduchá, protože snaha hledat příčiny mimo vlastní dodávku, obvyklá v dodavatelské praxi, problémy občas zamlžuje. Nicméně pro hledání řešení je správná analýza nutná. Příčinou byla specifická konstrukce turbíny a jejího uložení na horní, na

pružinách uložené, základové desce. Deformace horní základové desky (HZD) pod tíhou turbíny a zvláště uložení ložiskových stojanů rotoru na příčnicích HZD, zatímco opěrné konzoly NT statorů jsou opřeny o podélníky bylo jednou z příčin. Na obrázku vlevo je v silně zvětšeném měřítku zřetelná deformace HZD a je i patrná různost prohnutí podélníků a příčníků. Na obrázku dole je půdorys VT a 3 NT dílů turbíny a jsou tam zeleně pro ilustraci vyznačeny body, v nichž se opírají díly turbíny o horní základovou desku.



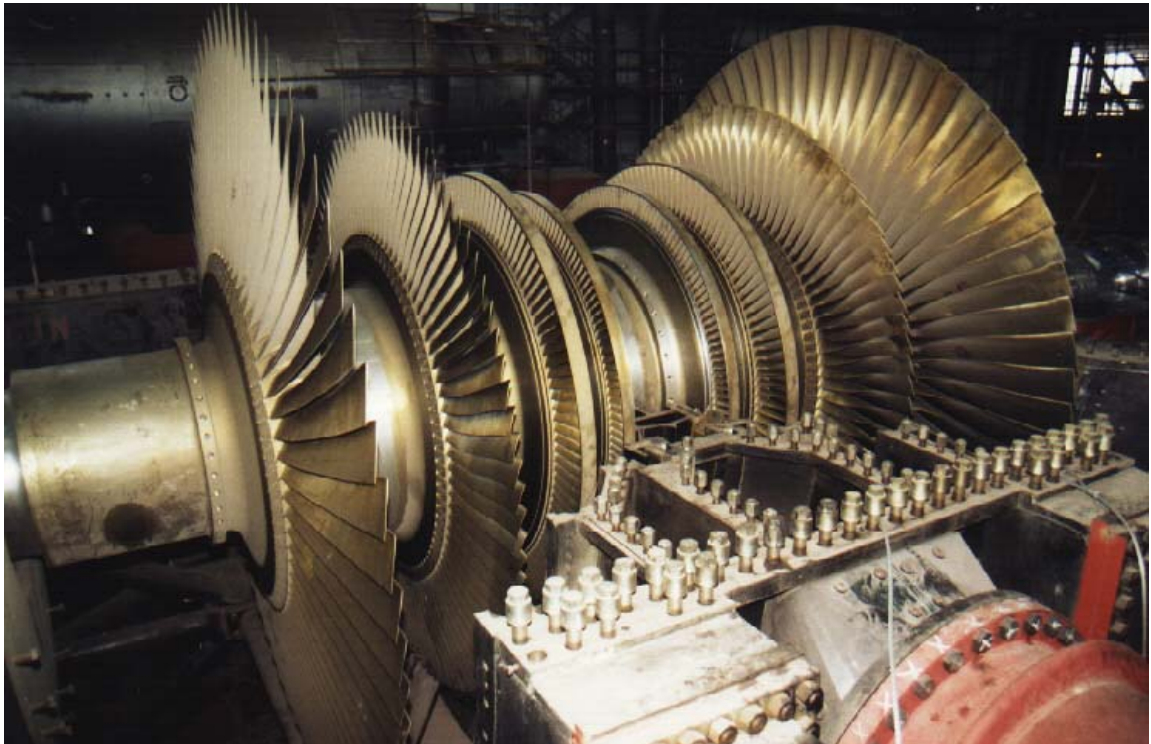
Obr.10. Půdorys turbíny - VT a 3 NT díly

Z naměřených hodnot vymezení vůlí mezi statorem a rotorem, a zvláště ze

stavu zničených ucpávek bylo však zřejmé, že nešlo o příčinu jedinou. Byl analyzován vliv :

- dotvarování základové desky od váhy statoru a rotoru a technologie „háčkování“,
- ohřevu podélníků, vliv ohřevu příčníků (od) a ložiskových stojanů,
- ohřevu příčníků a podélníků od kondenzátorů, zkroucení základové desky při zatížení,
- vliv ohřevu ložiskového stojanu při provozované TG,
- deformace vnitřních NT těles od sil vzniklých nedostatečnou kompenzací napojených potrubí,
- tuhosti vnitřní skříně a nosníků vnitřní skříně,
- kondenzace vody v potrubí a efekty kontrakce po uzavření páry topení přehříváku,
- přidírání podélných klínů vnitřního NT tělesa zabraňuje volné dilataci statoru,
- ohřev nosníků nesoucích vnitřní NT stator od vstupního potrubí páry,
- ohřev kovové skříně na níž leží „packy“ nosných konzol vnitřního NT statoru,
- maximálního relativního rotorového chvění

Analýza ukázala, že některé efekty způsobují zvětšování dolní vůle mezi statorem a rotorem, jiné její zmenšování. Další efekty byly oceněny jako zanedbatelné – viz tabulka rozboru příčin na následujících stranách.



Obr. 11. Pohled na NT rotor. Vpravo dole (červený) je přívod páry ze separátoru-přehříváče, po jeho stranách jsou nosné konzoly statoru, opírající se o podélník HZD.

Tabulka hodnot pro rozbor příčin vzájemného radiálního pohybu statoru a rotoru NT dílů TG 1 ETE. .

Název - stručný popis příspěvku		i	δ [mm]			δ [mm]	Mechanismus vzniku	Způsob řešení	Poznámka
			NT1	NT2	NT3	Generické	(odkaz na rozbor)		
Základová deska	Dotvarování základové desky od váhy statoru a rotoru a technologií „háčkování“	1	1,25* 2-2,5 1,34† ?	0,84 0,7-1 0,61† ?	0,74 0,7-1 0,52† ?	0# 0 0† 0	Pružné, či plastické deformace, včetně deformací vyvolaných „háčkováním“	Příčinu nelze odstranit, lze eliminovat respektováním při montáži stroje	* hodnota v teplém prov. stavu zahrnuje Σδ ₁₋₅ # hodnotu je nutné napočítat pro teplý stav z po-rovnání deformace základové desky za studena po opětovné montáži TG Hodnoty označené † jsou obsaženy v řádce č.14. S tímto souhrnem se počítá při určení celkového po-suvu.Hodnoty uvedené v řádcích 1, 3, 4, 5, 15 se tudíž do sumární hodnoty nezapočítávají.
	vliv ohřevu podélníků od přívodů NT páry do NT dílů	2	0,2 1 0,9 ?	0,3 1 0,9 ?	0,2 1 0,9 ?	0,2# 0,3 0 0,3	Od potrubí vstupu páry do NT dílů se ohřívá horní povrch podélníku	lze snížit lepší izolací potrubí s vzduchovou mezerou mezi izolací a povrchem betonu	Je nutné studovat při dalších jízdách
	vliv ohřevu příčníků (od) a ložiskových stojanů	3	-0,5 je v 1 -0,2† ?	-0,5 je v 1 -0,2† ?	-0,5 je v 1 -0,2† ?	-0,5# 0 -0,2† 0	vliv ohřátého oleje + dilatace ložiskových stojanů	nelze odstranit, je nutné počítat s efektem při montáži	Je nutné studovat při dalších jízdách
	vliv ohřevu příčníků a podélníků od kondenzátorů	4	0 0,2 -0,4†	0 0,2 -0,35†	0 0,2 -0,2†	0# 0,2 -0,4†		nelze odstranit (?), je nutné počítat s efektem při montáži.	Je nutné studovat při dalších jízdách

	zkroucení základové desky při zatížení	5	0 0,1 0++ ?	0 0,1 0++ ?	0 0,1 0++ ?	0 0,3 0 0	vliv krouticího momentu při zatěžování stroje. Zkroucení bude zřejmě přímo úměrné zatížení TG. Vertikální efekt se nepředpokládá.	nelze odstranit, při správné montáži by se neměl efekt výrazně projevit na vzájemném posunu statoru a rotoru	Je nutné studovat při dalších jízdách - měření radiální vůle ve vodorovném směru
	vliv ohřevu ložiskového stojanu při provozované TG	15	-0,4+	-0,4+	-0,4+	-0,4+ -0,4	Předpoklad ohřevu materiálu stojanu na $t = 45^\circ\text{C}$		
	Celková deformace zahrnující vlivy 1, 3, 4, 5, 15	14	0,9	0,2	0,3				
Deformace vnitřních NT těles od sil vzniklých nedostatečnou kompenzací napojených potrubí		6	0 0 ?	0 0 ?	0 0 ?	0 0 0	efekt může být s opačným znaménkem ve vertikálním směru.	Zabránění deformacím by vyřešily měkkčí kompenzátory. Dodržovat striktně symetrické připojování L a P strany do NT dílů aby nedocházelo k vybočování NT statoru	Studovat při dalších jízdách. Nutné vodorovné měření radiální vůle mezi statorem a rotorem alespoň u NT1. Síla bočního stlačení statoru musí být oceněna výp.
Tuhost vnitřní skříně a nosníků vnitřní skříně		7	0 0,5 0,2 ?	0 0,5 0,2 ?	0 0,5 0,2 ?	0 0,3 0 0,14	Skříň se po zatížení a odlehčení nevrací do původní polohy (hystereze ?)	Počítat s efektem při montáži	
Kondenzace vody v potrubí a efekty kontrakce po uzavření páry topení přihříváku		8	<1,5* 0,2 0+ <1,5* ?	<1,5* 0,2 0+ <1,5* ?	<1,5* 0,2 0+ <1,5* ?	0+ 0,1 0 ?	Přívodní potrubí páry mezi vnitřní a vnější skříní je ochlazováno mezi vnější a vnitřní skříní parou 40°C . Vzniklý kondenzát může stékat do vnitřní skříně a ochlazovat jeho spodní část. Tím by mohlo docházet k deformaci směrem nahoru	ŠE plánuje dodatečné odstínění přívodního potrubí (!) + Provozně je nutné zajistit, aby přihříváky byly zapojeny vždy úměrně průtoku NT páry. Plné odstavení přihříváků jen po odstavení	*Jde o efekt, na který upozornil pan profesor Petr: Rub damage. Differential thermal expansion of turbine parts can occur with water induction,... Water backing up from the extra-ction lines and cold reheat

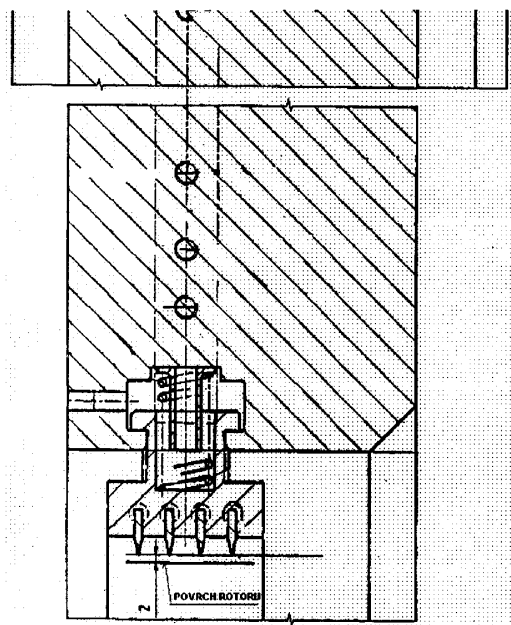
Kondenzace vody v potrubí a efekty kontrakce po uzavření páry topení přehříváku	8	<1,5* 0,2 0+ <1,5* ?	<1,5* 0,2 0+ <1,5* ?	<1,5* 0,2 0+ <1,5* ?	0+ 0,1 0 ?	Přívodní potrubí páry mezi vnitřní a vnější skříň je ochlazováno mezi vnější a vnitřní skříň parou 40°C. Vzniklý kondenzát může stékat do vnitřní skříně a ochlazovat jeho spodní část. Tím by mohlo docházet k deformaci směrem nahoru	ŠE plánuje dodatečné odstínění přívodního potrubí (!) + Provozně je nutné zajistit, aby přehříváky byly zapojeny vždy úměrně průtoku NT páry. Plné odstavení přehříváků jen po odstavení	*Jde o efekt, na který upozornil pan profesor Petr: Rub damage. Differential thermal expansion of turbine parts can occur with water induction,... Water backing up from the extra-ction lines and cold reheat causes contraction of the shell lower half, resulting in humping that can lift the diaphragm packings aga-inst rotor, causing radial rubs. Hodnota deformace 1,5 mm vychází z poměrů na stupni 1NT. Na stupních 4NT lze očekávat deformace podstatně nižší.
Přidírání podélných klínů vnitřního NT tělesa zabraňuje volné dilataci statoru	9	1,5 0 0 ?	0 0 0 ?	0 0 0 ?	0 0 0 0	Přidírání podélných klínů (např. vlivem deformace kondenzátoru) mohlo způsobit míjivé bránění dilataci vn.tělesa dolů	Zajistit volnost dilatace za všech podmínek -	Otlaky svědčící o krutu zjištěny na peru pod NT1 státorem blíže NT2
Ohřev nosníků nesoucích vnitřní NT stator od vstupního potrubí páry	10	0,1 0,1 0,5 ?	0,1 0,1 0,5 ?	0,1 0,1 0,5 ?	0,1 0,1 0,5 0	Sáláním z přívodního potrubí dochází k ohřevu nosných konzol		
Ohřev kovové skříně na níž leží „packy“ nosných konzol vnitřního NT statoru	11	<1,3 0 1,4 ?	<1,3 0 1,4 ?	<1,3 0 1,4 ?	<1,3 0 1,4 0,53	Ohřev je bezprostřední od přívodního potrubí páry (kovový styk). Okolní stěna nosné skříně sleduje teplotu páry		

Vliv rubbingu	12	1,5 3,5 0 ?	0 1,5 0 ?	0 1,5 0 ?	0 0 0 0	Odhad by se měl týkat pouze poškozeného rotoru		Deformace je yhodnocena až do okamžiku vyčerpání vůle mezi rotorem a vnitřním vývrtem rozváděcího kola (bez ucpávkových plechů) to je v rozmezí 5,0÷5,3 mm.
Maximální relativní rotorové chvění	13	0,35 0 0,3 ?	0,35 0 0,3 ?	0,35 0 0,3 ?	0,35 0 0,3 0,1			
Zjištěné celkové posuvy	$\Sigma\delta_i$	7,2 8,1 4,2÷ 5,7 ?	3,89 4,6 3,5÷ 5,0 ?	3,69 4,6 3,6÷ 5,1 ?	1,45 1,3 1,0÷ 1,2 0,4- 0,5			+ Původní vůle 1,25 mm mezi statorem a rotorem Pro případ efektu 8 by bylo vhodné mít v dolní části vůli o <1,5mm větší. Vše záleží na hodnověrnosti opatření na topení ohříváku tak, aby efekt 8 nemohl nastat
Ocenění v tabulce:								
Hezoučský								
Křenek								
Rohár+Krajíc								
Škoda								

Z tabulky jsou zřetelné největší vlivy.

Pro eliminaci těchto vlivů

- byl změněn postup vyrovnávání rotoru TG („háčkování“),
- tepelně zaizolováno potrubí přívodu páry z přehříváku do NT dílu pro omezení ohřevu nosných konzol statoru a snížení kondenzace páry na vstupu do NT dílů,
- uvolněny podélné klíny pro fixaci statoru vůči kondenzátoru,
- navrženy režimové změny
- realizována bezkontaktní on-line měření vůle mezi statorem a rotorem, aby bylo možné studovat vlivy různých režimových změn na změnu vůle,
- realizovány pružné (odskakovací) labyrintové ucpávky v tělese statoru.



Obr. 12. Řez odpruženou (odskakovací) ucpávkou NT rotorů

3. Vibrace a tlakové rázy v systému olejové regulace

Od samého počátku spouštění 1. bloku se v systému hydraulické regulace turbíny projevovaly vibrace a tlakové rázy, které způsobovaly nestabilní polohu regulačních ventilů a klapek a byly jedním ze zdrojů opakovaných olejových netěsností a následně i příčinou dvou zahoření oleje a znehodnocení tepelné izolace při nastříkání regulačního oleje na horké parní potrubí. K řešení příčin tlakových rázů v systému olejové regulace byly provedeny:

- rozdělení okruhu oleje na sekundárního a terciální (pro možnost zvětšení tlaku oleje pro ovládání záchytných klapek - ZK)
- úpravy servopohonů regulačních ventilů a klapek pro snížení citlivosti k tlakovým pulsacím oleje
- úpravy potrubí rozvodového oleje, (uchycení potrubí pro omezení vibrací (zatlumení), omezení tlakových pulsací vyvolaných náhlými změnami průtoku oleje v tomto potrubí a změna provedení rozebíratelných spojů)

Poznámka: Po zkouškách, které předchází najetí TG, byla turbína po všech úpravách přifázována dne 15.8.2001 a postupně byl zvyšován výkon reaktoru až na 55% N_{nom} . Tato etapa byla ukončena 4.10.2001 s drobnými problémy na sekundárním okruhu. Další výkonové etapy již probíhaly bez větších problémů, což zpětně signalizovalo, že v průběhu „vynucené“ téměř tříměsíční odstávky byly výše popisované problémy TG odstraněny. Dne 10.1.2002 bylo dosaženo 100 % N_{nom} a byly zahájeny plánované zkoušky s realizací pouze zkoušek bez vlivu na výkon reaktoru a turbíny s tím, že dynamické zkoušky budou provedeny až **po záměně nefunkčních rychlootevíracích armatur fy ARGUS klapek za ADAMS**. V plánované odstávce byly rovněž **opraveny a upraveny vestavby separátorů-přihříváčů**. Dne 10.6.2002 bylo na 1.bloku ukončeno komplexní vyzkoušení a zahájen zkušební provoz. V rámci přípravy na spouštění 2.bloku byly zrealizovány veškeré úpravy problémových zařízení shodně s 1.blokem, takže mohl být oprávněně očekáván hladký průběh energetického spouštění. Zahájení závážky paliva bylo 4.03.2002, experimentální část fyzikálního spouštění ukončena 13.06.2002 a energetické spouštění bylo zahájeno 24.06.2002. Hladkému průběhu spouštění zabránily naprosto jiné důvody, se kterými jsme se na 1.bloku nesetkali. O nich je pojednáno v kapitole 4 a 5.

4. Zkraty v budícím obvodu generátoru

Dne 5.7.2002 došlo v rámci primárních zkoušek elektrických ochran k zemnímu spojení rotoru generátoru



Obr.13. Smontovaný turbogenerátor – pohled od generátoru

Zkrat byl určen v obvodu buzení. Po demontáži rotoru, jeho odtransportování k výrobci (Brush Plzeň, dříve Škoda ETD) rotor rozebrán a zjištěn mezipólový zkrat budících přívodů.



Obr.14. Detail mezipólového zkratu budících přívodů

Po ujištění představitelů výrobce, že musí jít o souhru náhod, protože se za dobu, kdy byly vyrobeny stovky generátorů žádná podobná událost nenastala, byl namontován náhradní rotor. Dne 19.srpna 2002 však zkoušky znovu přerušeny pro opakovaný mezipólový zkrat.

Původní rotor opraven, náhradní rotor byl zdemontován a odvezen do výrobního závodu k opravě.



Obr.15. Sklotextitová isolační trubka se stopami spalín po zkratu

Do generátoru byl zpět osazen původní rotor, který byl v Plzni opraven a budicí přívody vč. jejich izolace byly přitom upraveny i konstrukčně.

Ze závěrů zprávy výrobce:

"hlavní příčinou defektu rotoru #051795 byla pravděpodobně vlhkost zkondenzovaná v budicím přívodu v kombinaci s nedostatečnou mírou impregnace izolačních materiálů budicího přívodu a případně možnou kontaminací přívodu železným materiálem pravděpodobně již z výroby. Teoreticky se na rozvoji defektu mohl podílet i otěr mědi na izolační trubku budicího přívodu při její montáži, tento vliv však není možné spolehlivě potvrdit nebo vyvrátit."

Aby se zabránilo opakování podobných událostí, byl upraven montážní postup, upravena konstrukce přívodů pro zlepšení odvodu nekondenzované atmosférické vlhkost a upraven postup sušení generátoru při jeho uvádění do provozu po dlouhodobé odstávce.

5. Prasknutí parního převáděcího potrubí mezi VT regulačním ventilem a VT dílem turbíny

Během energetických testů se objevil únik páry do tepelné izolace jednoho z převáděcích potrubí. V první chvíli byl předpoklad, že se (vzdor realizovaným úpravám) opakuje problém s kmitáváním odvodnění. Po demontáži izolace však byla objevena trhlinky základního materiálu převáděcího potrubí – viz obrázek.



Obr.16. Detail prasklinek v místě nátrubku odvodnění

Jako příčina byl určen příliš mohutný svar nátrubku odvodnění (bez začištění a vhodného přechodového rádiusu), který místně vyvolal vysokou koncentraci napětí. Pokračování ve spouštěcích pracích bylo vyloučeno. Hrozilo dokonce přerušení spouštění na dobu nejméně půl roku, protože ani vhodné potrubí, které by mohlo být použito jako náhradní, nebylo k dispozici a bylo nutné jej objednat u zahraničního výrobce.



Obr.17. Pohled na dolní část převáděcího potrubí s odvodněním

Z časových důvodů by s prof. Jaroslavem Němcem diskutován možný způsob opravy, který by alespoň pomohl dokončit testy energetického spouštění a překlenout tak období čekání na nové potrubí. Prof. Němec navrhl elegantní způsob opravy, který umožnil ponechání původní „předváděčky“. Oblast trhlinek byla vyříznuta a místo ní byl vsazen a vevařen nátrubek vytažený za tepla z kroužku materiálu zbytku potrubí. Tím se oblast největších napětí (místo nátrubku) dostala do míst, které nebyly ovlivněny svařováním. Veškeré práce provedla Modřanská potrubní.



Obr. 18. Nátrubek odvodnění převáděcího potrubí vytažený za tepla (podle prof. Němce)

Literatura

1. Zarjankin A.E.: Někotoryje puti povýšenina vibracionnoj nad'ožnosti paroprovodov, obespečivajuščich podvod para k soplovym korobkam turbíny K-1000-65 (Temelín 22.1.2001)
2. Petr Vaclav, prof.: Dopis z 26.1.2001 s upozorněním na publikaci Westinghouse o nepřípustném chvění s hluku, řešeným v 70. letech 20. století
3. Williamson, R.B.: (Westinghouse Electric Corporation, Lester, PA): Proceedings of the American Power Conference, Vol. 35, Page 358-364. Illinois Instit. Technol. 1973
4. Schuchart, T.L.: (Westinghouse Energy Center-Orlando): EPRI Valve Symposium Paper (20.11.1990)
5. Šťastný, M. prof.: Snížení vibrací regulačních ventilů parní turbíny JETE 1000MW a potrubí za ventily (Plzeň 2.2.2001 a 8.2.2001)
6. Petr V. prof. : Základní rozbor možných příčin chvění potrubí admisní páry turbíny 1000 MW JETE (ČVUT FS únor 2001)
7. Petr V. prof. : Radiální posuv spodní mezistěny 2. stupně NT dílu turbíny 1000 MW JETE (ČVUT FS 22.6.2001)
8. Škoda Energo : Návrh úprav VTR ventilů JETE TG 1 (22.1.2001)
9. Juliš K. prof. :Rozbor výsledků expertní vizuální prohlídky otevřeného NT dílu turbíny Škoda v JE Temelín poškozeného vymezením vůle mezi statorem a rotorem (Praha 21.5.2001)
10. Petr V. prof.: Stanovisko k poškození povrchu oběžných lopatek a ucpávek mezistěn NT dílů turbíny 1000 MW – JETE (ČVUT 29.5.2001)
11. Růžička J. a kol.: Rozbor příčin poruch poškození NT1 rotoru JE Temelín 1000 MW a realizovaná opatření k jejich odstranění (Škoda Energo 26.6.2001)
12. Neuman V. Poznámky k pravděpodobnému průběhu poruchy turbosoustrojí (Kadaň 2.6.2001)
13. Šťastný M, Tajč, Synáč : Modernizace regulačního ventilu turbíny 1000 MW JETE (Škoda Energo 25.6.2001)
14. Svoboda V.: Úpravy hydraulické regulace a olejového systému (Škoda Energo 26.6.2001)
15. Rekomendacii specialistov LMZ i AEP (červenec – srpen 2001)

Jméno autora a jeho CV

Jméno: Ing. František Hezoucký
Narozen: 18.srpna 1942 v Praze

Vzdělání: 1948-1956 základní škola
1956-1960 Průmyslová škola strojnická, obor: strojírenská technologie.
1960-1965 ČVUT-FSI, Tepelně-energetická zařízení
1967-1970 Slovenská vysoká škola technická a ČVUT-FJFI, Jaderná energetika
1967- Řada kursů

Stáže odborné: 1967-1968 Stáž na Novovoronežské JE (listopad 1967- leden 1968) a Bělojarské JE (květen-červenec 1968)

Praxe: **Atómové elektrárne Jaslovské Bohunice**
1965-1966 inženýr
1966-1967 jednoroční vojenská základní služba
1967-1971 operátor primárního okruhu a operátor reaktoru
1971-1972 vedoucí operátor
1972-1973 směnový inženýr
1973-1979 vedoucí oddělení Technického rozvoje a provozních režimů
1979 zástupce vědeckého vedoucího spouštění pro energetické spouštění JE V1

Jaderná elektrárna Dukovany

1979-1981 Vedoucí odboru reaktorové fyziky a provozní techniky
1981-1983 Hlavní inženýr pro provozní techniku a technologii (HITT)
1983-1987 Hlavní inženýr spouštění (HIS) všech čtyř bloku VVER 440

Jaderná elektrárna Temelín

1987-1990 Náměstek ředitele pro přípravu provozu
1990-1993 Náměstek ředitele pro spouštění (první náměstek ředitele)

Nezávislý konzultant

05-08/1993

Westinghouse EC

1993-1997 Advisory engineer

COLENCO Power Engineering Ltd.

1997-1999 Chief engineer

ČEZ, a.s

1999-2003 Ředitel divize „Výstavba JE Temelín“ a
místopředseda představenstva ČEZ, a.s.

International Atomic Energy Agency

Od 1.6.2003 Sr. Operational Safety Officer v sekci jaderné
bezpečnosti

Pedagogická činnost:

SVŠT 1975-1976	Přednášky v postgraduálním studiu
RŠVS 1978-1979	Přednášky pro kandidáty na operátory
VUT Brno 1985-1986	Přednášky pro řádné studium (externista)
ČVUT od 2. pol.r. 2003	Přednášky pro řádné studium (externista)

člen výboru ČNS 1994-1999,

Předseda základní organizace ČVTS v EDU 1981 - 1987

člen SAGNE (Standing Advisory Group on Nuclear Energy) pro generálního
ředitele MAAE (2000-2003)

Člen “Klubu českých hlav” - od léta 2003

Jazykové znalosti:

Rusky
Anglicky
Německy (částečně)

Příloha 1.: Historie výstavby JE Temelín v datech

únor 1979	Vydán investiční záměr stavby JE Temelín
1980	Vydáno rozhodnutí o výstavbě 1. a 2. bloku
1981	Uzavřena dohoda mezi Československem a Sovětským svazem o výstavbě ETE
1982	Dohoda rozšířena o další dva bloky
1982	Uzavřen kontrakt na dodávku sovětského Technického projektu
1983	Zahájení přípravných prací na staveništi ETE
1984	Obhájen Technický projekt
1984	Zpracován projektový úkol 1. a 2. bloku ETE
1985	Zpracován úvodní projekt 1. a 2. bloku ETE
květen 1985	Vydáno územní rozhodnutí
říjen 1986	Schválen úvodní projekt
listopad 1986	Vydáno stavební povolení
únor 1987	Zahájena výstavba provozních objektů
říjen 1988	Dokončena první z plánovaných osmi chladících věží
1989	Přehodnocení koncepce výstavby
leden 1990	Pozastavení prací na 3. a 4. bloku
březen 1990	Vláda rozhodla o dostavbě 1. a 2. bloku
duben 1990	Mezinárodní mise kontroly lokality (kvalifikace výběru staveniště)
duben, květen 1990	Mise Pre OSART MAAE – kontrola činnosti při výstavbě a přípravě budoucího provozu
červen, červenec 1990	Mise kontroly projektu MAAE
1991	Mezinárodní audit projekčních, bezpečnostních, výstavbových a ekonomických aspektů ETE – NUS Halliburton (USA)
únor 1992	Následná kontrola k misi Pre OSART MAAE Hodnocení řešení doporučení a podnětů mise
15. 6. 1992	Vláda Petra Pitharta přijala stanovisko, v němž doporučila omezit monopol ČEZu a zprůhlednit financování ETE
10. 3. 1993	Vláda schválila dostavbu JETE
březen, duben 1993	Mise QARAT MAAE – kontrola zajištění jakosti v průběhu výstavby ETE
květen 1993	Podepsán kontrakt v hodnotě 367 miliónů USD s firmou Westinghouse (WEC) o dodávce řídicího systému a paliva

prosinec 1993, prosinec 1994	Mise MAAE – kontrola aplikace koncepce: „Únik před prasknutím (LBB) na ETE“
1994	Podepsány smlouvy s WEC na systém rad. Monitorování a monitorovací diagnostický systém
duben, květen 1995 a leden 1996	MAAE – kontrola Pravděpodobnostního hodnocení bezpečnosti (PSA) pro ETE
červen 1995	Transformace smluv mezi ČEZ a Škodou Praha potvrdila dokončení JETE s ročním zpožděním při vyšší hodnotě dodávky o 10% (cca 3,3 mld. Kč)
únor 1996	Mise MAAE – Kontrola požární bezpečnosti JE Temelín
březen 1996	Mise MAAE – kontrola bezpečnosti projektu a provozu JE s reaktory VVER-1000/320
listopad 1996	Zkouška turbíny 1. bloku na cizí páru (plynová kotelná)
květen 1997	První dodávka jaderného paliva na ETE od firmy WEC
5. srpna 1997	Rozhodnutím SÚJB stanoveno pásmo havarijní připravenosti na 13 km
11. června 1998	ČEZ a Škoda podepsaly dodatek ke smlouvě o spuštění ETE, termíny a navýšení celkových nákladů stavby na 98,6 miliardy Kč
12. srpna 1998	Vláda se usnesla, že dostavbu JETE posoudí do konce roku tým expertů. Náklady na tuto akci byly vyčísleny na přibližně 20 miliónů Kč
září 1998	Mise IPPAS Kontrola fyzické ochrany ETE
12.1998 -1.1999	Provedena pevnostní a těsnostní zkouška kontejnmentu 1. HVB
22.3.1999	Vláda pověřila ministra průmyslu a obchodu Miroslava Grégra a ministra životního prostředí Miloše Kužvarta, aby připravili do konce dubna návrhy na řešení dostavby ETE
12. 5. 1999	Vláda rozhodla počtem hlasů 11:8 o dokončení dvou bloků ETE
10. 6 1999	Ing. František Hezoučský byl jmenován ředitelem ETE.
30.6.1999	Zahájení frontálních zkoušek technologických zařízení z blokové dozorny I. HVB
31.7.1999	Úspěšné ukončení zkoušek záběhu všech 4 motorů čerpadel HCC
20.8.1999	Předání oznámení a dokumentace MŽP pro zahájení procesu EIA podle zákona ČNR číslo 244/1992 Sb. – hodnocení vlivu změn na životní prostředí pro změny technologického zařízení v BAPP JE Temelín
8. – 9.2.2000	Provedení zkoušek havarijních systémů I. HVB. Zkouška sprchového systému za použití kabelových chrániček s organizovaným odvodem vody
25.2.2000	Zahájení horkých zkoušek na prvním bloku JE Temelín
2.4. 2000	Ukončení horkých zkoušek na prvním bloku JE Temelín
5.7.2000	Zahájení zavážení paliva do I. bloku

14.7.2000	Zavezeno všech 163 palivových souborů do reaktoru I. bloku
3.8.2000	Po 140 hodinách úspěšně ukončena ověřovací zkouška těsnosti ochranné obálky I. HVB
16.8.2000	Ukončení zkoušek bezpečnostních systémů ETE
17.8.2002	Ukončení zkoušek turbonapájecích soustrojí za studena
24.8.2002	Zahájen náhřev bloku do režimu pět. Rozmezí 60 – 150°C
3.9.2000	Úspěšné ukončení tlakových a těsnostních zkoušek primárního a sekundárního okruhu
11.10.2000	V 06.19 hodin byla zahájena první řetězová štěpná reakce
21.12.2000	Ve 20.36 hodin bylo turbosoustrojí poprvé přifázováno na síť
31.12.2000	V rámci zkoušek bylo na ETE do konce roku vyrobeno 2.307 MWh elektrické energie
12.2.2001	Zahájení mise OSART – MAAE – 11 expertů + 2 pozorovatelé
27.2.2001	Šestihodinové přifázování turbosoustrojí – provedení diagnostického měření turbíny
6.3.2001	Ukončení fyzikálních testů v etapě energetického spouštění do 30% výkonu reaktoru
17.4.2001	Zahájeno zvyšování výkonu reaktoru po oddělení regulačních olejů. Pokračuje etapa do 55% výkonu reaktoru.
18.4.2001	11.03 turbosoustrojí opět přifázováno – výkon bude držen mezi 300 – 430 MW. Testy chování soustrojí pokračují
3.5.2001	Zahájena dlouhá odstávka (cca na 3 měsíce) k vyladění především zařízení sekundárního okruhu
14. – 15.8.2001	První diagnostická jízda turbosoustrojí. Potřeba jeho dovyvážení
15.8.2001	Poprvé dosaženo výkonu generátoru více než 500 MW
27.9.2001	Ukončení zkoušky v etapě do 55%. Zahájeno předávání dokumentace SÚJB pro zhodnocení etapy a zkoušek
12.10.2001	Povolení SÚJB ke vstupu II. bloku do horkých zkoušek
19.10.2001	Souhlas SÚJB se vstupem I. bloku do etapy ES do 75%
6.11.2001	Ukončení horkých zkoušek II. Bloku
18.11.2001	Zahájení prověrky MAAE – způsob vyřešení 73 bezpečnostních otázek vytypovaných na VVER 1000 v roce 1995 za účasti 11 exp.
23.11.2001	Ukončení prověrky MAAE – výsledek – elektrárna se s většinou (65 oblastí) vyrovnala na světové úrovni. Zbývajících 8 je ve vysokém stádiu rozpracovanosti a nebrání bezpečnému spouštění bloku
27.11.2001	Zahájení řízené řetězové štěpné reakce po ukončení odstávky I. bloku
29.11.2001	V Bruselu uzavřena dohoda z Melku mezi vládami ČR a Rakouska
19.12.2001	Ukončena etapa ES s výkonem reaktoru do 75%

11.1.2002	V 03.44 hodin dosáhl reaktor prvního bloku poprvé svého maximálního výkonu 100%, výkon turbogenerátoru byl 1002 MW
29.1.2002	Zahájení zkoušek blokové výměňkové stanice. V rámci zkoušek dodáváno teplo z bloku do Týna nad Vltavou
11.3.2002	Ukončeno zavážení paliva do II. Bloku
11.3.2002	Provedena kontrola správnosti zavezení inspektory MAAE
13. – 14.3.2002	V okolí elektrárny proběhlo součinnostní cvičení „Zóna 2002“. To prověřilo krizový plán Jihočeského kraje a součinnost jednotlivých krizových štábů.
28.3.2002	Inspektoři MAAE překontrolovali správnost zavezení paliva do reaktoru II. bloku a provedli jeho zapečetění
8. – 12.4.2002	MAAE na Temelíně realizovala svou 19 prověrku. Jejím cílem bylo zhodnocení způsobu zajištění fyzické ochrany elektrárny jako provozovaného jaderného zařízení
25.5.2002	Ukončení zkoušek etapy energetického spouštění do 100%
26.5.2002	Ve 12.00 bylo zahájeno 6 denní komplexní vyzkoušení bloku v rámci jeho předání dodavatele investorovi do zkušeb. provozu
29.5.2002	Elektrárna dostala povolení SÚJB k nastartování reaktoru 2. bloku
31.5.2002	V 10.25 hodin byl nastartován reaktor 2. bloku a zahájila se etapa fyzikálního testování
10.6.2002	První blok získal povolení a vstoupil do 18 měsíčního zkušebního provozu
14.6.2002	Na 2. bloku byly ukončeny zkoušky fyzikálního spouštění
1.7.2002	V rámci zkoušek ES a pro potřebu vyvážení byla poprvé roztočena turbína 2. bloku
5.7.2002	Závada generátoru 2. bloku (zkrat rotorové části). Analýza ukázala potřebu realizovat výměnu rotoru generátoru. Odstávka na cca 6 týdnů.
19.8.2002	Probíhající primární zkoušky alternátoru byly přerušeny. Důvodem bylo opět zapůsobení ochrany zemního spojení rotoru generátoru
21.8. až 4.9. 2002	Pokračuje plnění zkoušek etapy energetického spouštění s výkonem reaktoru do 30%. Nejsou realizovány pouze zkoušky generátoru, ty budou udělány v další etapě.
4.9.2002	Ukončeny zkoušky etapy energetického spouštění do 30%. Zahájena odstávka bloku v jejímž průběhu bude opraven a vyměněn rotor generátoru.
30.1.2003	Na 2.bloku ukončena etapa ES do 55%
25.3.2003	Zahájení etapy do 100% na 2.bloku
26.4. 2003	Průkazný 144 hodinový chod a zahájení zkušebního provozu 2. bloku

Použité zkratky:

SÚJB Státní úřad pro jadernou bezpečnost

MAAE Mezinárodní agentura pro atomovou energii se sídlem ve Vídni

IBP Inspektorát bezpečnosti práce

ES energetické spouštění bloku